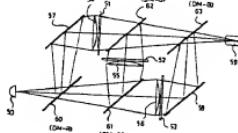


(54) VIDEO DEVICE FOR LIQUID CRYSTAL IMAGE
 (11) 5-181108 (A) (43) 23.7.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-358773 (22) 30.12.1991
 (71) STANLEY ELECTRIC CO LTD (72) NOBUO MATSUI(1)
 (51) Int. Cl. G02F1/13, G02B5/28, G02F1/1335, G02F1/1347, G03B33/12, H04N5/74, H04N9/31

PURPOSE: To develop a video device which can obtain a high-quality video by using plural inexpensive dichroic mirrors whose cutoff wavelength is unified.

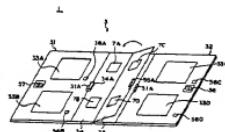
CONSTITUTION: Four dichroic mirrors respectively having one cutoff wavelength are used in this device, which is constructed so that a 1st optical system including the 1st, the 3rd and the 4th dichroic mirrors 60, 62 and 63 separates red light, a 2nd optical system including the 1st, the 2nd, the 3rd and the 4th dichroic mirrors 60-63 separates green light, and a 3rd optical system including the 1st, the 2nd and the 4th dichroic mirrors 60, 61 and 63 separates the blue light.



(54) ELECTRONIC ALBUM DEVICE
 (11) 5-181109 (A) (43) 23.7.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-360687 (22) 28.12.1991
 (71) SONY CORP (72) IKUO TSUKAGOSHI
 (51) Int. Cl. G02F1/13, G09G3/18

PURPOSE: To provide an electronic album device capable of much more easily reproducing and enjoying a moving picture and a sound which are kept as a video library than heretofore.

CONSTITUTION: A user easily views the desired moving picture several times by mounting plural liquid crystal display means 33A-33D on housings 31 and 32 incorporating a decoding means which decodes the moving picture data which are high-efficiently encoded and stored in a storage means and displaying the moving picture stored in the card type storage means 7A-7D on the plural liquid crystal display means 33A-33D when the storage means 7A-7D are mounted in the housings 31 and 32, and also he enjoys the sight of the moving picture in the similar sense as he watches a silver salt photograph album by simultaneously viewing the pictures on other plural liquid crystal display means.

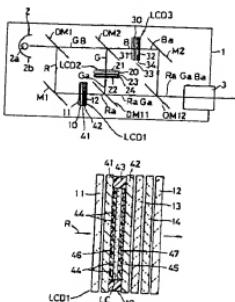


1: moving picture recording/reproducing system, 2: electronic album, 3: album board, 7C: memory card, 34D: moving picture on switch

(54) LIQUID CRYSTAL PROJECTOR
 (11) 5-181111 (A) (43) 23.7.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-150464 (22) 10.6.1992 (33) JP (31) 91p.171359 (32) 11.7.1991
 (71) CASIO COMPUT CO LTD (72) TETSUO MUTO(1)
 (51) Int. Cl. G02F1/13, G02B27/28, G02F1/133, G02F1/1335, G02F1/1347, G03B33/12

PURPOSE: To project and display a high-quality multicolor image with high contrast and good color tone.

CONSTITUTION: The color images of red, green and blue are displayed by one color on three STN type liquid crystal display elements LCD1, LCD2 and LCD3, and the image light beams of red, green and blue emitted from the respective liquid crystal display elements are synthesized to be a multicolor image light beam to be projected on a projection surface. 1st and 2nd phase plates 13 and 14, 23 and 24, and 33 and 34 having specified retardation are respectively arranged between the liquid crystal cells 10, 20 and 30 of the respective liquid crystal display elements and emitting side polarizing plates 12, 22 and 32. Then, the light beams of red, green and blue transmitted through the liquid crystal cells 10, 20 and 30 of the respective liquid crystal display elements are respectively corrected to linearly polarized light to be made incident on the polarizing plates 12, 22 and 32.



特開平5-181111

(43)公開日 平成5年(1993)7月23日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	5 0 5	8806-2K		
G 0 2 B 27/28	Z	9120-2K		
G 0 2 F 1/133	5 0 0	7348-2K		
1/1335	5 1 5	7811-2K		
1/1347		7348-2K		

審査請求 未請求 請求項の数1(全20頁) 最終頁に統く

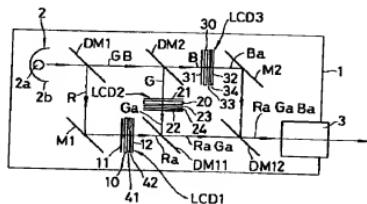
(21)出願番号	特願平4-150464	(71)出願人	000001443 カシオ計算機株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目6番1号
(22)出願日	平成4年(1992)6月10日	(72)発明者	武藤 哲夫 東京都八王子市石川町2951番地の5 カシオ計算機株式会社八王子研究所内
(31)優先権主張番号	特願平3-171359	(72)発明者	神尾 知巳 東京都八王子市石川町2951番地の5 カシオ計算機株式会社八王子研究所内
(32)優先日	平3(1991)7月11日	(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

(54)【発明の名称】 液晶プロジェクタ

(57)【要約】

【目的】コントラストが高く、しかも色調のよい高品質の多色カラービデオを投影表示する。

【構成】3つのSTN型液晶表示素子LCD1, LCD2, LCD3に赤、緑、青のうちの1色ずつの色の画像を表示させ、各液晶表示素子を射出した赤、緑、青の画像光を多色カラービデオ光に合成して投影面に投影するとともに、各液晶表示素子の液晶セル10, 20, 30と射出側偏光板1, 2, 2, 3との間に所定のリターンションをもつ第1および第2の位相板13および14, 13および24, 33および34をそれぞれ配置して、各液晶表示素子の液晶セル10, 20, 30を透過した赤、緑、青の光をそれぞれ直線偏光に補正して射出側偏光板1, 2, 2, 3に入射させる。



2...光源

3...投影レンズ

DM1, DM2...色分離用ダイクロイックミラー

DM11, DM12...色合成分用ダイクロイックミラー

LCD1...赤色画像表示用液晶表示素子

LCD2...緑色画像表示用液晶表示素子

LCD3...青色画像表示用液晶表示素子

10, 20, 30...液晶セル

11, 12, 21, 22, 31, 32...偏光板

13, 23, 33...第1位相板

14, 24, 34...第2位相板

【特許請求の範囲】

【請求項1】赤色画像表示用と緑色画像表示用と青色画像表示用との3つのSTN型液晶表示素子と、これら各液晶表示素子を射出した赤、緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光を投影面に投影する投影系とを備え、前記各液晶表示素子は、液晶分子を180°～270°のツイスト角でツイスト配列させた液晶セルと、この液晶セルの光入射側および出射側にそれぞれ配置された偏光板と、前記液晶セルと一方の偏光板との間に配置された少なくとも2枚の位相板とで構成するとともに、前記赤色画像を表示する液晶表示素子の各位相板のうち、液晶セル側に位置する第1の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出するときの第1の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、赤色帶域のほとんどどの波長光が、ボアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とするとともに、偏光板側に位置する第2の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出するときの第1の位相板を透過した後にこの第2の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、赤色帶域のほとんどどの波長光がボアンカレ球の赤道上の一点の付近に集中して分布する値とし、前記緑色画像を表示する液晶表示素子の各位相板のうち、液晶セル側に位置する第1の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出するときの第1の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、緑色帶域のほとんどどの波長光が、ボアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とするとともに、偏光板側に位置する第2の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出するときの第1の位相板を透過した後にこの第2の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、青色帶域のほとんどどの波長光がボアンカレ球の赤道上の一点の付近に集中して分布する値とし、前記青色画像を表示する液晶表示素子の各位相板のうち、液晶セル側に位置する第1の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出するときの第1の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、青色帶域のほとんどどの波長光が、ボアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とするとともに、偏光板側に位置する第2の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出するときの第1の位相板を透過した後にこの第2の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、青色帶域のほとんどどの波長光がボアンカレ球の赤道上の一点の付近に集中して分布する値としたことを特徴とする液晶プロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、3つのSTN型液晶表示素子を用いて多色カラー画像を投影表示する液晶プロジェクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶プロジェクタは、液晶表示素子の表示画像を投影系によりスクリーン等の投影面に投影表示するもので、多色カラー画像（例えばテレビジョン画像等のフルカラー画像）を投影表示する液晶プロジェクタには、1つの液晶表示素子に多色カラー画像を表示させ、この液晶表示素子を射出した多色カラー画像光を投影面に投影する方式のものと、赤色画像表示用と緑色画像表示用と青色画像表示用との3つの液晶表示素子を用い、これら各液晶表示素子を射出した赤、緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光を投影面に投影するものとがある。

【0003】なお、上記3つの液晶表示素子を用いる液晶プロジェクタには、その投影系を、各液晶表示素子を射出した赤、緑、青の画像光を1つの多色カラー画像光に合成する光学系と、この光学系で合成された多色カラー画像光を投影面に投影する投影レンズとで構成したものと、上記投影系を3つの投影レンズで構成し、各液晶表示素子を射出した赤、緑、青の画像光をそれぞれ上記投影レンズにより投影面に投影して、投影面上において上記赤、緑、青の画像光を1つの多色カラー画像光に合成するいわゆる3眼式とよばれる方式のものとがある。

【0004】これら液晶プロジェクタに用いられる液晶表示素子は、高解像度化のために単位面積当りの画素数を多くされており、これにともなって高デューティで分割駆動されている。

【0005】しかし、一般に用いられている、液晶分子をほぼ90°のツイスト角でツイスト配列させた液晶セルの光入射側および出射側にそれぞれ偏光板を配置したTN型の液晶表示素子は、表示駆動電圧の印加に対する液晶の応答時間（レスポンス）は約100msと速い反面、高デューティで分割駆動するとON（光透過）時の光透過率が極端に低下し、そのため投影面に投影表示される画像が暗くなってしまうという問題をもっている。

【0006】このため、最近では、高デューティでの分割駆動性に優れたSTN型液晶表示素子が使用されるようになってきている。このSTN型液晶表示素子は、液晶分子を180°～270°のツイスト角でツイスト配列させた液晶セルの光入射側および出射側にそれぞれ偏光板を配置したものの、このSTN型液晶表示素子の液晶セルのリターデーション△n·d（液晶の屈折率異方性△nと液晶層厚dとの積）の値は、約700nm～1000nmと、TN型液晶表示素子の液晶セルのリターデーション△n·d（約450nm）よりも大きい。

【0007】このSTN型液晶表示素子は、その液晶セルの液晶層厚が大きいため、TN型液晶表示素子に比べると表示駆動電圧の印加に対する液晶の応答時間は約300msと速いが、液晶セルのリターデーションが大きく、また液晶分子のツイスト角が大きいため透過光の旋光

性も大きいから、高デューティで時分割駆動しても、ON時の光透過率を高くすることができる。

【0008】したがって、このSTN型液晶表示素子を上記液晶プロジェクタに用いれば、液晶表示素子を出射する画像光の輝度を高くして、明るい画像を投影表示することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記STN型液晶表示素子は、ON時の光透過率が高い反面、OFF(光遮断)時にもある程度の光が透過してしまうため、コントラスト(ON部分とOFF部分との明暗比)が悪いし、また液晶セルのリターデーションと旋光性が大きいため、このリターデーションと旋光性による波長依存性が大きくて、透過光が着色してしまうという問題をもっている。

【0010】これは、入射側の偏光板により直線偏光されて液晶セルに入射した光が、液晶セルの波長依存性により各波長光に位相差を生じて梢円偏光となり、この梢円偏光が液晶セルを出射して出射側の偏光板に入射するため、このように梢円偏光が出射側偏光板に入射すると、この偏光板の吸収軸方向の偏光成分は偏光板で吸収されるが、吸収軸方向と直交する偏光成分は偏光板を透過するから、この漏れ光により、黒になるべきOFF部分の暗さの度合が低下して、コントラストが低下する。

【0011】また、上記STN型液晶表示素子では、梢円偏光が出射側偏光板に入射するため、この出射側偏光板を透過する光の透過率が光の波長によって異なり、そのため、液晶表示素子を出射する画像光(出射側偏光板を透過した光)の赤色成分の光と緑色成分の光と青色成分の光との強度に差が生じて、この画像光が色を帯びてしまう。

【0012】この色帶は、一般に黄色系または青色系であり、多色カラー画像を表示する液晶表示素子では、これを出射する多色カラー画像光が、全体に黄色味または青味を帯びた色調の悪い画像光となってしまう。

【0013】このような問題は、赤色画像表示用と緑色画像表示用と青色画像表示用との3つのSTN型液晶表示素子を用い、これら各液晶表示素子を出射した赤、緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光を投影面に投影する3眼式の液晶プロジェクタにおいても生じている。

【0014】すなわち、上記3眼式の液晶プロジェクタにおいては、各液晶表示素子を出射する画像光はいずれも、赤、緑、青のうちの1色の波長帯域の光だけ他の色の波長帯域の光は含んでいないため、各液晶表示素子を出射する赤、緑、青の画像光はそれぞれ純度のよい光であるが、これらの画像光はそれぞれ多色カラー画像を表示する液晶表示素子を出射する多色カラー画像光の赤、緑、青の各色成分の光に対応するため、前記赤、

緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光が、コントラストが悪くしかも他の色を帯びた色調の悪い画像光になる。

【0015】このため、上記STN型液晶表示素子を用いる液晶プロジェクタは、投影面に投影表示される多色カラー画像が、コントラストおよび色調の悪い画像となってしまうという問題をもっていた。

【0016】本発明はこのような実情にかんがみてなされたものであって、その目的とするところは、STN型の液晶表示素子を用いるものでありながら、コントラストが高く、しかも色調のよい高品質の多色カラー画像を投影表示ができる液晶プロジェクタを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶プロジェクタは、赤色画像表示用と緑色画像表示用と青色画像表示用との3つのSTN型液晶表示素子と、これら各液晶表示素子を出射した赤、緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光を投影面に投影する投影系を備え、

【0018】前記各液晶表示素子は、液晶分子を180°～270°のツイスト角でツイスト配列させた液晶セルと、この液晶セルの光入射側および出射側にそれぞれ配置された偏光板と、前記液晶セルと一方の偏光板との間に配置された少なくとも2枚の位相板とで構成するとともに、

【0019】前記赤色画像を表示する液晶表示素子の各位相板のうち、液晶セル側に位置する第1の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを出射してこの第1の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見たとき、赤色帯域のほとんどどの波長光が、ポアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とするとともに、偏光板側に位置する第2の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを出射し前記第1の位相板を透過した後にこの第2の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見たとき、赤色帯域のほとんどどの波長光がポアンカレ球の赤道上的一点の付近に集中して分布する値とし、

【0020】前記緑色画像を表示する液晶表示素子の各位相板のうち、液晶セル側に位置する第1の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを出射してこの第1の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見たとき、緑色帯域のほとんどどの波長光が、ポアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とするとともに、偏光板側に位置する第2の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを出射し前記第1の位相板を透過した後にこの第2の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見たとき、緑色帯域のほとんどどの波長光がポアンカレ球の赤道上的一点の付近に集中して分布する値とし、

【0021】前記青色画像を表示する液晶表示素子の各

位相板のうち、液晶セル側に位置する第1の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出ししてこの第1の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、青色帯域のほとんどどの波長光が、ボアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とともに、偏光板側に位置する第2の位相板のリターデーションの値を、前記液晶セルを射出し前記第1の位相板を透過した後にこの第2の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見たとき、青色帯域のほとんどどの波長光がボアンカレ球の赤道上的一点の付近に集中して分布する値としたことを特徴とするものである。

【0022】

【作用】すなわち、本発明の液晶プロジェクタは、3つのSTN型液晶表示素子を用いて各液晶表示素子に赤、緑、青のうちの1色ずつの色の画像を表示させ、各液晶表示素子を射出した赤、緑、青の画像光を1つの多色カラー画像光に合成して投影面に投影するものであり、この液晶プロジェクタにおいては、各液晶表示素子を射出する画像光がいずれも、赤、緑、青のうちの1色の波長帯域の光だけで他の色の波長帯域の光は含んでいないため、各液晶表示素子を射出する赤、緑、青の画像光はそれぞれ純度のよい光である。

【0023】そして、この液晶プロジェクタにおいては、各液晶表示素子の液晶セルと一方の偏光板との間に少なくとも2枚の位相板をそれぞれ配置するとともに、各液晶表示素子の液晶セル側に位置する第1の位相板のリターデーションと偏光板側に位置する第2の位相板のリターデーションとをそれぞれ上記のような値にしているため、各液晶表示素子を透過する光は、液晶セルの波長依存性によって梢円偏光となっても、上記第1および第2の位相板により直線偏光に補正されて各液晶表示素子の射出側偏光板に入射する。

【0024】すなわち、赤色画像を表示する液晶表示素子では、赤の波長帯域の各波長光が位相差のほとんどない直線偏光となって射出側偏光板に入射し、緑色画像を表示する液晶表示素子では、緑の波長帯域の各波長光が位相差のほとんどない直線偏光となって射出側偏光板に入射し、青色画像を表示する液晶表示素子では、青の波長帯域の各波長光が位相差のほとんどない直線偏光となって射出側偏光板に入射する。

【0025】なお、この作用は、いずれの方向から光を入射させた場合も同じであり、液晶セル側から光を入射させた場合は、液晶セルを射出した梢円偏光が第1の位相板および第2の位相板を透過して直線偏光となり、反対側から光を入射させた場合は、入射光が第2の位相板および第1の位相板を透過して液晶セルの波長依存性を補償する状態に偏光され、この後液晶セルを透過してその波長依存性により直線偏光となる。

【0026】そして、このように各液晶表示素子の射出

側偏光板に入射する光が直線偏光であれば、OFF(光遮断)時の光の漏れはほとんどなくなり、またON(光透過)時の光の透過率も高くなるため、各液晶表示素子を射出する赤、緑、青の画像光はいずれもコントラストの高い画像光であるし、またこの各色の画像光の強度の差も小さいため、これら赤、緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光は、コントラストが高く、しかも赤、緑、青の色バランスがよい色調の良好な画像である。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0028】図1は液晶プロジェクタの構成を示している。この液晶プロジェクタは、3つの液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3と、光源2と、この光源2からの光を赤、緑、青の三原色の光R、G、Bに分離するための2枚の色分離用ダイクロイックミラーDM1、DM2と、上記3つの液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3を射出した画像光を1つの画像光に合成するための光学系を構成する2枚の色合用ダイクロイックミラーDM11、DM12と、投影レンズ3とで構成されており、投影レンズ3はプロジェクタケース1の前面部に設けられ、他の構成部品はプロジェクタケース1内に図示のように配置されている。

【0029】上記3つの液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3のうち、LCD1は赤色成分の画像を表示するための赤色画像表示用液晶表示素子(以下、赤色画像表示素子という)、LCD2は緑色成分の画像を表示するための緑色画像表示用液晶表示素子(以下、緑色画像表示素子という)、LCD3は青色成分の画像を表示するための青色画像表示用液晶表示素子(以下、青色画像表示素子という)である。

【0030】これら表示素子LCD1、LCD2、LCD3は、同一画素数のマトリックス表示素子であり、赤色画像表示素子LCD1は多色カラー画像を表示するための赤、緑、青の各色成分の画像データのうち赤色成分の画像データに応じて表示駆動され、緑色画像表示素子LCD2は緑色成分の画像データに応じて表示駆動され、青色画像表示素子LCD3は青色成分の画像データに応じて表示駆動される。

【0031】また、上記光源2は、白色光を発する高輝度の光源ランプ2aと、この光源ランプ2aからの放射光を第1の色分離用ダイクロイックミラーDM1に向け反射させるリフレクタ2bとからなっている。なお、上記リフレクタ2bは、光源ランプ2aからの放射光をリフレクタ光軸に平行な方向に向けて反射させる放物面鏡リフレクタとされている。

【0032】上記第1の色分離用ダイクロイックミラーDM1は、赤、緑、青の三原色光のうちの1つの色、例えば赤の波長帯域の光を反射させ、他の波長帯域の光は

透過させる特性的ものであり、光源2からの白色光は、まずこの第1の色分解用ダイクロイックミラーDM1で赤の波長帯域の光と他の波長帯域の光とに分離され、このダイクロイックミラーDM1で分離された赤色光Rは、ミラーM1で反射されて赤画像表示素子LCD1に入射する。

【0033】また、第2の色分解用ダイクロイックミラーDM2は、上記第1の色分解用ダイクロイックミラーDM1を透過した光、つまり赤の波長帯域の光と青の波長帯域の光を含む光Gのうち、緑の波長帯域の光を反射させ、青の波長帯域の光を透過させる特性的のものであり、このダイクロイックミラーDM2で分離された緑色光Gは緑画像表示素子LCD2に入射し、青色光Bは青画像表示素子LCD3に入射する。

【0034】そして、赤画像表示素子LCD1に入射した赤色光Rは、この赤画像表示素子LCD1を透過して赤色画像光Raとなり、緑画像表示素子LCD2に入射した緑色光Gは、この緑画像表示素子LCD2を透過して緑色画像光Gaとなり、青画像表示素子LCD3に入射した青色光Bは、この青画像表示素子LCD3を透過して青色の画像光Bbとなる。

【0035】また、上記赤画像表示素子LCD1を出射した赤色画像光Raと、緑画像表示素子LCD2を出射した緑色画像光Gaは、第1の色合成用ダイクロイックミラーDM11に入射し、青画像表示素子LCD3を出射した青色画像光Bbは、ミラーM2で反射されて第2の色合成用ダイクロイックミラーDM12に入射する。

【0036】上記第1の色合成用ダイクロイックミラーDM11は、赤の波長帯域の光を透過させ、他の波長帯域の光を反射させる特性的のものであり、赤色画像光RaはダイクロイックミラーDM11を透過し、緑色画像光GaはダイクロイックミラーDM11で反射されるため、この両方の画像光Ra, Gaが合成されて、赤と緑の合成色(マゼンタ)の画像光Ra Gaになる。

【0037】そして、上記第1の色合成用ダイクロイックミラーDM11で合成された画像光Ra Gaは、第2の色合成用ダイクロイックミラーDM12に入射し、このダイクロイックミラーDM12に入射する青色画像光Bbと合成される。

【0038】この上記第2の色合成用ダイクロイックミラーDM12は、赤および緑の波長帯域の光を透過させ、他の波長帯域の光を反射させる特性的のものであり、赤と緑の合成色の画像光Ra GaはダイクロイックミラーDM12を透過し、青色画像光BbはダイクロイックミラーDM12で反射されるため、この両方の画像光Ra Ga, Bbが合成されて、赤、緑、青の三原色を合成した多色カラー画像光Ra Ga Bbになる。この多色カラー画像光Ra Ga Bbは、投影レンズ3に入射し、この投影レンズ3により光束を拡大して図示しないスクリーン等の投影面に投影される。次に、上記表示素子LCD1,

LCD2, LCD3について説明する。

【0039】この各表示素子LCD1, LCD2, LCD3は、いずれも、液晶分子を180°～270°のツイスト角でツイスト配列させた液晶セルを用いるSTN型の液晶表示素子である。

【0040】なお、この実施例では、各表示素子LCD1, LCD2, LCD3の液晶セルを、液晶分子を240°のツイスト角でツイスト配列させたものとしている。

また、各表示素子LCD1, LCD2, LCD3は、OFF電圧の印加により液晶セルの液晶分子が初期配向状態になったときに光が遮断され、ON電圧の印加により液晶分子が立ち上り配向状態になったときに光が透過する、いわゆるネガ・モード表示タイプのものである。

【0041】図2は上記赤画像表示素子LCD1の断面図であり、この赤画像表示素子LCD1は、液晶セル10と、その光入射側および出射側にそれぞれ配置した偏光板11, 12と、液晶セル10と一方の偏光板(この実施例では出射側偏光板)12との間に配置した2枚の位相板13, 14とからなっている。

【0042】上記液晶セル10は、ガラスからなる一对の透明基板41, 42を枠状のシール材43を介して接着するとともに、この両基板41, 42間のシール材43で囲まれた空隙に液晶LCを封入したものの、入射側基板41の液晶層対向面には透明な走査電極44が多数本互いに平行に配列形成され、出射側基板42の液晶層対向面には、前記走査電極44と直交させて、透明な信号電極45が多数本互いに平行に配列形成されている。

【0043】また、両基板41, 42の電極形成面上には、表面にラビングによる配向処理を施した配向膜46, 47がそれぞれ形成されており、両基板41, 42間に封入された液晶LCの分子は、前記配向膜46, 47の配向規制力により両基板41, 42において240°のツイスト角でツイスト配列されている。

【0044】この液晶セル10のリターデーション Δn_{10} ・ d_{10} (液晶の屈折率異方性 Δn_{10} と液晶層厚 d_{10} との積)の値は、約864nmであり、この実施例では、液晶セル10に封入する液晶LCとして屈折率異方性が0.24の液晶を用い、この液晶LCの屈折率異方性 Δn_{10} に応じて液晶層の層厚(セルギャップ) d_{10} を設定して、液晶セル10のリターデーション Δn_{10} ・ d_{10} を上記の値にしている。

【0045】一方、液晶セル10と出射側偏光板12との間に配置された2枚の位相板13, 14のうち、液晶セル10側の第1位相板13は1/4波長位相板、偏光板12側の第2位相板14は1/1波長位相板であり、第1位相板13のリターデーション Δn_{13} ・ d_{13} (位相板の屈折率異方性 Δn_{13} と板厚 d_{13} との積)の値は、液晶セル10のリターデーション Δn_{10} ・ d_{10} (約864nm)に応じて、液晶セル10を出射してこの第1位相板13を透過した赤色光Rをポアンカレ球上に配して見たとき、赤色

9
帯域のほとんどの波長光が、ポアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とされている。この第1位相板13のリターデーション $\Delta n_{13} \cdot d_{13}$ は約140nmである。

【0046】また、第2位相板14のリターデーション $\Delta n_{14} \cdot d_{14}$ の値は、液晶セル10のリターデーション $\Delta n_{10} \cdot d_{10}$ と上記第1位相板13のリターデーション $\Delta n_{13} \cdot d_{13}$ とに応じて、液晶セル10を出射し第1位相板13を透過した後にこの第2の位相板14を透過した赤色光Rをポアンカレ球上に配して見たとき、赤色帯域のほとんどの波長光がポアンカレ球の赤道上の一点の付近に集中して分布する値とされている。この第2位相板14のリターデーション $\Delta n_{14} \cdot d_{14}$ は約595nmである。この第1位相板13および第2位相板14と、入射側偏光板11および出射側偏光板12とは、その光学軸を次のような方向に合わせて配置されている。

【0047】図6は、赤画像表示素子LCD1の液晶セル10の両基板41、42面における液晶分子配向方向(配向膜46、47のラビング方向)と、偏光板11、12の透過軸の方向と、位相板13、14の進相軸の方向を示している。

【0048】図6(a)のように、液晶セル10の入射側基板41面の液晶分子配向方向41aは、液晶表示素子10の視角方向に対する水平線Zaに対し左回り(光の出射側から見て左回り)に30°ずれており、出射側基板42面の液晶分子配向方向42aは、上記水平線Zaに対して右回り(光の出射側から見て右回り)に30°ずれている。したがって液晶分子は、右回りに240°のツイスト角θでツイスト配列している。また、図6(b)のように、入射側偏光板11の透過軸11aは、上記水平線Zaに対して左回りに170°ずれており、出射側偏光板12の透過軸12aは、上記水平線Zaに対して左回りに129°ずれている。

【0049】さらに、図6(c)、(d)のように、液晶セル10側の第1位相板13の進相軸13aは、上記水平線Zaに対して左回りに62.5°ずれており、偏光板12側の第2位相板14の進相軸14aは、上記水平線Zaに対して左回りに105°ずれている。

【0050】次に、緑画像表示素子LCD2について説明すると、図3は緑画像表示素子LCD2の断面図である。この緑画像表示素子LCD2は、液晶セル20と、その光入射側および出射側にそれぞれ配置した偏光板21、22と、液晶セル20と一方の偏光板(この実施例では出射側偏光板)22との間に配置した2枚の位相板23、24とからなっている。

【0051】なお、この緑画像表示素子LCD2の液晶セル20は、基本的には上記赤画像表示素子LCD1の液晶セル10と同じ構造のものであるから、その構造の説明は図に同符号を付して省略する。

【0052】この緑画像表示素子LCD2の液晶セル20

10
0のリターデーション $\Delta n_{20} \cdot d_{20}$ は、上記赤画像表示素子LCD1の液晶セル10と同じ値(約864nm)であり、この実施例では、液晶セル20に封入する液晶Lcとして赤画像表示素子LCD1の液晶セル10に用いたものと同じ液晶(屈折率異方性が0.24の液晶)を用い、また液晶層の層厚(セルギャップ) d_{20} も赤画像表示素子LCD1の液晶セル20の液晶層厚 d_{10} と同じにして、液晶セル20のリターデーション $\Delta n_{20} \cdot d_{20}$ を上記の値にしている。

【0053】また、液晶セル20と出射側偏光板22との間に配置された2枚の位相板23、24のうち、液晶セル20側の第1位相板23は1/4波長位相板、偏光板22側の第2位相板24は1/1波長位相板であり、第1位相板23のリターデーション $\Delta n_{23} \cdot d_{23}$ の値は、液晶セル20のリターデーション $\Delta n_{20} \cdot d_{20}$ (約864nm)に応じて、液晶セル20を出射してこの第1位相板23を透過した緑色光Gをポアンカレ球上に配して見たとき、緑色帯域のほとんどの波長光が、ポアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とされている。この第1位相板23のリターデーション $\Delta n_{23} \cdot d_{23}$ は約140nmであり、この値は赤画像表示素子LCD1の第1位相板13のリターデーション $\Delta n_{13} \cdot d_{13}$ と同じである。

【0054】また、第2位相板24のリターデーション $\Delta n_{24} \cdot d_{24}$ の値は、液晶セル20のリターデーション $\Delta n_{20} \cdot d_{20}$ と上記第1位相板23のリターデーション $\Delta n_{23} \cdot d_{23}$ とに応じて、液晶セル20を出射し第1位相板23を透過した後にこの第2の位相板24を透過した緑色光Gをポアンカレ球上に配して見たとき、上記緑色帯域のほとんどの波長光がポアンカレ球の赤道上の一点の付近に集中して分布する値とされている。この第2位相板24のリターデーション $\Delta n_{24} \cdot d_{24}$ は約595nmであり、この値は赤画像表示素子LCD1の第2位相板14のリターデーション $\Delta n_{14} \cdot d_{14}$ と同じである。この位相板23および第2位相板24と、入射側偏光板21および出射側偏光板22とは、その光学軸を次のような方向に合わせて配置されている。

【0055】図7は、緑画像表示素子LCD2の液晶セル20の両基板41、42面における液晶分子配向方向と、偏光板21、22の透過軸の方向と、位相板23、24の進相軸の方向とを示している。この緑画像表示素子LCD2における液晶セル20の液晶分子配向方向および偏光板21、22の透過軸方向は、上記赤画像表示素子LCD1と同じである。

【0056】すなわち、図7(a)のように、液晶セル20の入射側基板41面および出射側基板42面の液晶分子配向方向41a、42aは図6(a)と同じであり、液晶分子は、右回りに240°のツイスト角θでツイスト配列している。また、図7(b)のように、入射側偏光板21の透過軸21aは、液晶セル20の視角方向

に対する水平線Z_bに対し左回りに170°ずれており、出射側偏光板22の透過軸22aは、上記水平線Z_bに対して左回りに129°ずれている。

【0057】また、図7(c)、(d)のように、液晶セル20側の第1位相板23の進相軸23aは、上記水平線Z_bに対して左回りに62.5°ずれており、偏光板22側の第2位相板24の進相軸24aは、上記水平線Z_bに対して左回りに87°ずれている。なお、この縁画像表示素子LCD2の第1位相板23の進相軸23aの方向は、上記赤画像表示素子LCD1の第1位相板13の進相軸13aの方向と同じであり、第2位相板14の進相軸14aの方向は、赤画像表示素子LCD1の第2位相板24の進相軸24aの方向とは異なっている。

【0058】次に、青画像表示素子LCD3について説明すると、図4は青画像表示素子LCD3の断面図である。この青画像表示素子LCD3は、液晶セル30と、その光入射側および出射側にそれぞれ配置した偏光板31、32と、液晶セル30と一方の偏光板(この実施例では出射側偏光板32との間に配置した2枚の位相板33、34)とからなっている。

【0059】なお、この青画像表示素子LCD3の液晶セル30も、基本的には上記赤画像表示素子LCD1の液晶セル10と同じ構造のものであるから、その構造の説明は図に同符号を付して省略する。

【0060】この青画像表示素子LCD3の液晶セル30のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ は約828nmであり、この実施例では、液晶セル30に封入する液晶LCとして屈折率異方性が0.23の液晶を用い、この液晶LCの屈折率異方性 Δn_{30} に応じて液晶層の層厚(セルギャップ) d_{30} を設定して、液晶セル30のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ を上記の値にしている。

【0061】また、液晶セル30と出射側偏光板32との間に配置された2枚の位相板33、34のうち、液晶セル30側の第1位相板33は1/4波長位相板、偏光板32側の第2位相板34は1/波長位相板であり、第1位相板33のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ の値は、液晶セル30のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ (約828nm)に応じて、液晶セル30を出射してこの第1位相板33を透過した青色光Bをボアンカレ球面上に配して見たとき、青色帶域のほんどの波長光が、ボアンカレ球を平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する値とされている。この第1位相板33のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ は約140nmであり、この値は上記赤画像表示素子LCD1および縁画像表示素子LCD2の第1位相板13、23と同じである。

【0062】また、第2位相板34のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ の値は、液晶セル30のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ と上記第1位相板33のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ とに応じて、液晶セル30を出射し第1位相板33を透過した後にこの第2位相板34を透過した青色

光Bをボアンカレ球面上に配して見たとき、青色帶域のほんどの波長光がボアンカレ球の赤道上の一点の付近に集中して分布する値とされている。この第2位相板34のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ は約450nmである。この第1位相板33および第2位相板34と、入射側偏光板31および出射側偏光板32とは、その光学軸を次のような方向に合わせて配置されている。

【0063】図8は、青画像表示素子LCD3の液晶セル30の両基板41、42面における液晶分子配向方向と、偏光板31、32の透過軸の方向と、位相板33、34の進相軸の方向とを示したもので、図8(a)のように、液晶セル30の入射側基板41面および出射側基板42面の液晶分子配向方向41a、42aは図6(a)および図7(a)と同じであり、液晶分子は、右回りに240°のツイスト角 θ でツイスト配列している。また、図8(b)のように、入射側偏光板31の透過軸31aは、液晶セル30の視角方向に対する水平線Z_cに対して左回りに170°ずれており、出射側偏光板32の透過軸32aは、上記水平線Z_cに対して左回りに50°ずれている。

【0064】さらに、図7(c)、(d)のように、液晶セル30側の第1位相板33の進相軸33aは、上記水平線Z_cに対して左回りに67.5°ずれており、偏光板32側の第2位相板34の進相軸34aは、上記水平線Z_cに対して左回りに90°ずれている。

【0065】すなわち、上記液晶プロジェクタは、上述した3つのSTN型液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3を用いて各液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3に赤、緑、青のうちの1色ずつの色の画像を表示させ、これら各液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3を出射した赤、緑、青の画像光R_a、G_a、B_aを1つの多色カラーパン画像光R_a、G_a、B_aに合成して投影面に投影するものであり、この液晶プロジェクタにおいては、各液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3を出射する画像光がいずれも、赤、緑、青のうちの1色の波長帶域の光だけで他の色の波長帶域の光は含んでいないため、各液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3を出射する赤、緑、青の画像光R_a、G_a、B_aはそれぞれ色純度のよい光である。

【0066】そして、この液晶プロジェクタにおいては、各液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3の液晶セル10、20、30と出射側偏光板12、22、23との間に第1および第2の位相板13および14、23および24、33および34をそれぞれ配置するとともに、各液晶表示素子LCD1、LCD2、LCD3の液晶セル側に位置する第1の位相板13、23、33のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ 、 $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ 、 $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ と、偏光板側に位置する第2の位相板14、23、34のリターデーション $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ 、 $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ 、 $\Delta n_{30} \cdot d_{30}$ とそれを上記のような値にして

いるため、各液晶表示素子LCD1, LCD2, LCD3を透過する光は、液晶セル10, 20, 30の波長依存性によって梢円偏光となつても、上記第1および第2の位相板13および14, 23および24, 33および34により直線偏光に補正されて各液晶表示素子LCD1, LCD2, LCD3の出射側偏光板12, 22, 32に入射する。

【0067】すなはち、赤色画像を表示する赤色画像表示素子LCD1では、赤の波長帯域の各波長光が位相差のほとんどない直線偏光となって出射側偏光板12に入射し、緑色画像を表示する緑色画像表示素子LCD2では、緑の波長帯域の各波長光が位相差のほとんどない直線偏光となって出射側偏光板22に入射し、青色画像を表示する青色画像表示素子LCD3では、青の波長帯域の各波長光が位相差のほとんどない直線偏光となって出射側偏光板32に入射する。上記各液晶表示素子LCD1, LCD2, LCD3における光の偏光状態をボアンカレ球を用いて説明するところの通りである。

【0068】図9は偏光状態を表現する方法として一般的に用いられているボアンカレ球を示している。図9において、Cはボアンカレ球の球軸（地球の地軸に相当する軸）、Eは赤道である。

【0069】このボアンカレ球の両極は円偏光Rを表わし、赤道Eは直線偏光Sを表わし、他の領域は梢円偏光を表わす。なお、赤道E上の経度0°の点は赤道Eに沿う方向の直線偏光、経度90°の点は球軸Cに沿う方向の直線偏光、経度45°の点はこの点を通る水平接線（赤道Eで閉まれた面と平行な接線）に対して45°の方向の直線偏光、経度135°の点はこの点を通る水平接線に対して135°の方向（経度45°の点の直線偏光と直交する方向）の直線偏光である。また、上半球は右回転の偏光を表し、下半球は左回転の偏光を表す。

【0070】このボアンカレ球上における梢円偏光の各波長光の分布点の緯度 τ と経度 ϕ は、偏光の梢円率 ϵ と、梢円の長軸方向の角度（図6～図8に示した水平線Za, Zb, Zcに対する角度） ξ に対して次式の関係にある。

$$\tau = 2 \arctan \epsilon$$

$$\phi = 2 \cdot \xi$$

【0071】まず、赤色画像表示素子LCD1における光の偏光状態を説明すると、図10は赤色画像表示素子LCD1に白色光を入射させたときににおける液晶セル10の出射光を上記ボアンカレ球上に配して、各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、この液晶セル10の液晶分子のツイスト角 θ は240°、リターデーション $\Delta n_{\text{eff}} \cdot d_{\text{eff}}$ は約864nmである。

【0072】この図10のよう、液晶セル10を出射した光は、可視光帯域（約400nm～700nm）の各波長光が、ボアンカレ球上に斜めにたすき掛けたように分布する梢円偏光となつている。

【0073】一方、位相板は、上記ボアンカレ球上の各波長光の分布状態を、球の中心と赤道E上のある一点とを通る直線（位相板の進相軸）を中心として球上を回転させる働きをもつており、したがって、液晶セル10を出射して第1位相板13を透過した光は次のような偏光状態になる。

【0074】図11は、上記液晶セル10を出射して第1位相板13を透過した光を上記ボアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第1位相板13のリターデーション $\Delta n_{\text{eff}} \cdot d_{\text{eff}}$ は約140nmであり、この第1位相板13の進相軸13aは、上記ボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度62.5°の点とを通る直線上（表示素子LCD1の視角方向に対する水平線Zaに対して62.5°の方向）にある。

【0075】この図11のよう、液晶セル10を出射した光を第1位相板13に通すと、その各波長光の分布状態が、第1位相板13によって図10の状態から第1位相板13の進相軸13aつまりボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度62.5°の点とを通る直線を中心として球上を約140nm/2周回転され、可視光帯域の各波長光が、ボアンカレ球をある平面で切ったときの切断面の周線線L_aに沿つてその付近に分布する状態になる。

【0076】また、図12は、液晶セル10を出射し上記第1位相板13を透過した後に第2位相板14を透過した光を上記ボアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第2位相板14のリターデーション $\Delta n_{\text{eff}} \cdot d_{\text{eff}}$ は約595nmであり、この第2位相板14の進相軸14aは、上記ボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度105°の点とを通る直線上（上記水平線Zaに対して105°の方向）にある。

【0077】この図12のよう、液晶セル10を出射し第1位相板13を透過した光を第2位相板14に通すと、その各波長光の分布状態が、第2位相板14によって図11の状態からさらに第2位相板14の進相軸14aつまりボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度105°の点とを通る直線を中心として球上を約595nm/2周回転され、可視光帯域の各波長光のうち、赤色帯域（約600nm～700nm）の波長光が、ボアンカレ球の赤道E上の一点の付近（経度39°～41°の領域）に集中して分布する状態になり、赤色帯域の各波長光がほぼ直線偏光になる。

【0078】つまり、ボアンカレ球の赤道E上は前述したように直線偏光を表しており、図12のようボアンカレ球の赤道E上の一点の付近に集中して分布する赤色帯域の各波長光はほぼ直線偏光である。

【0079】図13～図15は、上記赤色画像表示素子LCD1の液晶セル10の電極44, 45間にOFF電圧（ここでは20.6V）を印加したときにおける、液晶セル

10を出射した光と、第1位相板13を透過した光と、第2位相板14を透過した光の、上記ボアンカレ球上で各波長光の分布点の緯度 τ と経度 ϕ を示しており、液晶セル10を出射した光は、可視光帯域の各波長光が図13に示すような緯度 τ および経度 ϕ で分布する梢円偏光となっている。

【0080】しかし、この液晶セル10を出射した光を第1位相板13に通すと、この光が第1位相板13により偏光されて、各波長光が図14に示すような緯度 τ および経度 ϕ で分布する状態になる。

【0081】また、この光をさらに第2位相板14に通すと、この第2位相板14を透過した光は、図15に示すように、赤色帯域（約600nm～700nm）の波長光が緯度 $\tau=0^\circ$ の線上、つまり赤道E上にほぼ分布し、またこの赤色帯域の波長光がある経度 ϕ （図では $\phi=90^\circ$ ）の上、つまり赤道E上的一点の付近に集中して分布する状態となる。

【0082】このように、各波長光の分布点の緯度 τ と経度 ϕ がそれっぽ同じになることは、この各波長光の位相差がほとんどなくなったことを意味しており、したがって、上記第2位相板14を透過した赤色帯域の光は、ほぼ直線偏光である。

【0083】なお、上記図10～図12および図13～図15には、可視光帯域の全ての波長光の分布を示したが、実際に上記赤画像表示素子LCD1に入射する光は、図1に示したように赤色光Rだけであって他の色の光は含んでいないため、液晶セル10と第1および第2の位相板13、14を透過した光は、その波長帯域（赤の波長帯域）の全ての波長光がほぼ直線偏光となって出射側偏光板12に入射する。

【0084】そして、このように液晶セル10を透過した赤色帯域の各波長光が直線偏光となって出射側偏光板12に入射すると、O F F（光遮断）時には赤色帯域の各波長光のほとんどが射出側偏光板12で吸収され、O N（光透過）時には上記各波長光のほとんどが射出側偏光板12を透過するから、上記赤画像表示素子LCD1を出射する赤色画像光R aは、コントラストが高くかつ光強度も高い光である。

【0085】次に、緑画像表示素子LCD2における光の偏光状態を説明すると、図16は緑画像表示素子LCD2に白色光を入射させたときににおける液晶セル20の出射光を上記ボアンカレ球上に配して、各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図であり、この図16のよう、液晶セル20を出射した光は、可視光帯域（約400nm～700nm）の各波長光が、ボアンカレ球上に斜めにたすき掛けたように分布する梢円偏光となっている。

【0086】なお、上記液晶セル20の液晶分子のツイスト角θは240°、リターデーション△n₂₂・d₂₂は約864nmであり、これらの値は赤画像表示素子LCD1に用

いた液晶セル10と同じであるから、図16に示した各波長光の分布は図10と同じである。

【0087】図17は、上記液晶セル20を出射して第1位相板23を透過した光を上記ボアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第1位相板23のリターデーション△n₂₂・d₂₂は約140nmであり、この第1位相板23の進相軸23aは、上記ボアンカレ球の中心と赤道E上の経度62.5°の点とを通る直線上（液晶セル20の視角方向に10に対する水平線Zbに対して62.5°の方向）にある。

【0088】この図17のように、液晶セル20を出射した光を第1位相板23に通すと、その各波長光の分布状態が、第1位相板23によって図16の状態から第1位相板23の進相軸23aつまりボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度62.5°の点とを通る直線を中心として球上を約140nm／λ周回転され、可視光帯域の各波長光が、ボアンカレ球のある平面で切ったときの切面の周縁線Lbに沿ってその付近に分布する状態になる。

【0089】なお、上記第1位相板23のリターデーション△n₂₂・d₂₂は赤画像表示素子LCD1に用いた第1位相板13のリターデーション△n₁₁・d₁₁と同じであり、また進相軸23aの方向も前記赤画像表示素子LCD1に用いた第1位相板13の進相軸13aの方向と同じであるから、図17に示した各波長光の分布も図11と同じになる。

【0090】また、図18は、液晶セル20を出射し上記第1位相板23を透過した後に第2位相板24を透過した光を上記ボアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第2位相板24のリターデーション△n₂₂・d₂₂は約595nmであり、この第2位相板24の進相軸24aは、上記ボアンカレ球の中心と赤道E上の経度87°の点とを通る直線上（上記水平線Zbに対して87°の方向）にある。

【0091】この図18のよう、液晶セル20を出射し第1位相板23を透過した光を第2位相板24に通すと、その各波長光の分布状態が、第2位相板24によって図17の状態からさらに第2位相板24の進相軸24aつまりボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度87°の点とを通る直線を中心として球上を約595nm／λ周回転され、可視光帯域の各波長光のうち、緑色帯域（約500nm～600nm）の波長光が、ボアンカレ球の赤道E上的一点の付近（経度39°～41°の領域）に集中して分布する状態になり、緑色帯域の各波長光がほぼ直線偏光になれる。

【0092】なお、図17に示した各波長光の分布は図11と同じであり、また上記第2位相板24のリターデーション△n₂₂・d₂₂も赤画像表示素子LCD1に用いた第2位相板14のリターデーション△n₁₁・d₁₁と同じであるが、上記第2位相板24の進相軸24aの方向は、前記赤画像表示素子LCD1に用いた第2位相板14の

進相軸 1 4 a の方向とは異なるため、図 1 8 に示した各波長光の分布は図 1 2 とは異なる。

【0093】図 1 9～図 2 1 は、上記記録画像表示素子 LCD 2 の液晶セル 2 0 の電極 4 4, 4 5 間に OFF 電圧 (ここでは 20.6V) を印加したときにおける、液晶セル 2 0 を射出した光と、第 1 位相板 2 3 を透過した光と、第 2 位相板 2 4 を透過した光の、上記ポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度 τ と経度 ϕ を示しており、液晶セル 2 0 を射出した光は、可視光帯域の各波長光が図 1 9 に示すような緯度 τ および経度 ϕ で分布する構円偏光となっている。

【0094】しかし、この液晶セル 2 0 を射出した光を第 1 位相板 2 3 に通すと、この光が第 1 位相板 2 3 により偏光されて、各波長光が図 2 0 に示すような緯度 τ および経度 ϕ で分布する状態になる。

【0095】また、この光をさらに第 2 位相板 2 4 に通すと、この第 2 位相板 2 4 を透過した光は、図 2 1 に示すように、緑色帯域 (約 500 nm～600 nm) の波長光が緯度 $\tau = 0^\circ$ の線上、つまり赤道 E 上にはば分布し、またこの緑色帯域の波長光がある経度 ϕ (図では $\phi = 90^\circ$) の上、つまり赤道 E 上の一点の付近に集中して分布する状態となる。したがって、上記第 2 位相板 2 4 を透過した緑色帯域の各波長光はほぼ直線偏光である。

【0096】なお、上記図 1 6～図 1 8 および図 1 9～図 2 1 には、可視光帯域の全ての波長光の分布を示したが、実際に上記記録画像表示素子 LCD 2 に入射する光は、図 1 に示したように緑色光 G だけであって他の色の光は含んでいないため、液晶セル 2 0 と第 1 および第 2 の位相板 2 3, 2 4 を透過した光は、その波長帯域 (緑の波長帯域) の全ての波長光がほぼ直線偏光となって出射側偏光板 2 2 に入射する。

【0097】したがって、上記記録画像表示素子 LCD 2 においても、OFF (光遮断) 時には緑色帯域の各波長光のほとんどが射出側偏光板 2 2 で吸収され、ON (光透過) 時には上記各波長光のほとんどが射出側偏光板 2 2 を透過するから、この記録画像表示素子 LCD 2 を射出する緑色画像 G a も、コントラストが高くかつ光強度も高い光である。

【0098】次に、青画像表示素子 LCD 3 における光の偏光状態を説明すると、図 2 2 は青画像表示素子 LCD 3 に白色光を入射させたときにおける液晶セル 3 0 の出射光を上記ポアンカレ球上に配して、各波長光の分布状態をポアンカレ球の上極側から見た図である。なお、この液晶セル 3 0 の液晶分子のツイスト角 θ は 240° 、リターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ は約 828 nm である。

【0099】この図 2 2 のように、液晶セル 3 0 を射出した光は、可視光帯域 (約 400 nm～700 nm) の各波長光が、ポアンカレ球上に斜めにたすき掛けたように分布する構円偏光となっている。なお、上記液晶セル 3 0 の液晶分子のツイスト角 θ は赤画像表示素子 LCD 1 と

画像表示素子 LCD 2 に用いた液晶セル 1 0, 2 0 と同じであるが、リターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ は前記液晶セル 1 0, 2 0 のリターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$, $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ とは異なるため、図 2 2 に示した各波長光の分布は、図 1 0 および図 1 6 とは異なった分布になる。

【0100】図 2 3 は、上記液晶セル 3 0 を射出して第 1 位相板 3 3 を透過した光を上記ポアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をポアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第 1 位相板 3 3 のリターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ は約 140 nm であり、この第 1 位相板 3 3 の進相軸 3 3 a は、上記ポアンカレ球の中心と赤道 E 上の経度 67.5° の点とを通る直線上 (液晶セル 3 0 の視角方向に対する水平線 Z c に対して 67.5° の方向) にある。

【0101】この図 2 3 のように、液晶セル 3 0 を射出した光を第 1 位相板 3 3 に通すと、その各波長光の分布状態が、第 1 位相板 3 3 によって図 2 2 の状態から第 1 位相板 3 3 の進相軸 3 3 a つまりポアンカレ球の中心 C と赤道 E 上の経度 67.5° の点とを通る直線を中心として球上を約 140 nm / λ 周回転され、可視光帯域の各波長光 20 が、ポアンカレ球をある平面で切ったときの切断面の周線線 L c に沿ってその付近に分布する状態になる。

【0102】また、図 2 4 は、液晶セル 3 0 を射出し上記第 1 位相板 3 3 を透過した後第 2 位相板 3 4 を透過した光を上記ポアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をポアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第 2 位相板 3 4 のリターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ は約 450 nm であり、この第 2 位相板 3 4 の進相軸 3 4 a は、上記ポアンカレ球の中心と赤道 E 上の経度 90° の点とを通る直線上 (上記水平線 Z c に対して 90° の方向) にある。

【0103】この図 2 4 のように、液晶セル 3 0 を射出し第 1 位相板 3 3 を透過した光を第 2 位相板 3 4 に通すと、その各波長光の分布状態が、第 2 位相板 3 4 によって図 2 3 の状態からさらに第 2 位相板 3 4 の進相軸 3 4 a つまりポアンカレ球の中心 C と赤道 E 上の経度 90° の点とを通る直線を中心として球上を約 450 nm / λ 周回転され、可視光帯域の各波長光のうち、青色帯域 (約 400 nm～500 nm) の波長光が、ポアンカレ球の赤道 E 上の一点の付近 (経度 50° ～ 52° の領域) に集中して分布する状態になり、青色帯域の各波長光がほぼ直線偏光になる。

【0104】図 2 5～図 2 7 は、上記青画像表示素子 LCD 3 の液晶セル 3 0 の電極 4 4, 4 5 間に OFF 電圧 (ここでは 20.6V) を印加したときにおける、液晶セル 3 0 を射出した光と、第 1 位相板 3 3 を透過した光と、第 2 位相板 3 4 を透過した光の、上記ポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度 τ と経度 ϕ を示しており、液晶セル 3 0 を射出した光は、可視光帯域の各波長光が図 2 5 に示すような緯度 τ および経度 ϕ で分布する構円偏光となっている。

【0105】しかし、この液晶セル 3 0 を射出した光を

10 画像表示素子 LCD 2 に用いた液晶セル 1 0, 2 0 と同じであるが、リターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ は前記液晶セル 1 0, 2 0 のリターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$, $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ とは異なるため、図 2 2 に示した各波長光の分布は、図 1 0 および図 1 6 とは異なった分布になる。

【0106】この図 2 3 のように、液晶セル 3 0 を射出した光を第 1 位相板 3 3 に通すと、その各波長光の分布状態が、第 1 位相板 3 3 によって図 2 2 の状態から第 1 位相板 3 3 の進相軸 3 3 a つまりポアンカレ球の中心 C と赤道 E 上の経度 67.5° の点とを通る直線上 (液晶セル 3 0 の視角方向に対する水平線 Z c に対して 67.5° の方向) にある。

【0107】この図 2 4 のように、液晶セル 3 0 を射出し第 1 位相板 3 3 を透過した後第 2 位相板 3 4 を透過した光を上記ポアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をポアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第 2 位相板 3 4 のリターデーション $\Delta n_{12} \cdot d_{12}$ は約 450 nm であり、この第 2 位相板 3 4 の進相軸 3 4 a は、上記ポアンカレ球の中心と赤道 E 上の経度 90° の点とを通る直線上 (上記水平線 Z c に対して 90° の方向) にある。

【0108】この図 2 5 のように、液晶セル 3 0 を射出し第 1 位相板 3 3 を透過した光を第 2 位相板 3 4 に通すと、その各波長光の分布状態が、第 2 位相板 3 4 によって図 2 3 の状態からさらに第 2 位相板 3 4 の進相軸 3 4 a つまりポアンカレ球の中心 C と赤道 E 上の経度 90° の点とを通る直線を中心として球上を約 450 nm / λ 周回転され、可視光帯域の各波長光のうち、青色帯域 (約 400 nm～500 nm) の波長光が、ポアンカレ球の赤道 E 上の一点の付近 (経度 50° ～ 52° の領域) に集中して分布する状態になり、青色帯域の各波長光がほぼ直線偏光になる。

【0109】図 2 5～図 2 7 は、上記青画像表示素子 LCD 3 の液晶セル 3 0 の電極 4 4, 4 5 間に OFF 電圧 (ここでは 20.6V) を印加したときにおける、液晶セル 3 0 を射出した光と、第 1 位相板 3 3 を透過した光と、第 2 位相板 3 4 を透過した光の、上記ポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度 τ と経度 ϕ を示しており、液晶セル 3 0 を射出した光は、可視光帯域の各波長光が図 2 5 に示すような緯度 τ および経度 ϕ で分布する構円偏光となっている。

【0110】しかし、この液晶セル 3 0 を射出した光を

第1位相板3 3に通すと、この光が第1位相板3 3により偏光されて、各波長光が図2 6に示すような緯度 τ および経度 ϕ で分布する状態になる。

【0106】また、この光をさらに第2位相板3 4に通すと、この第2位相板3 4を透過した光は、図2 7に示すように、青色帯域（ここでは約435nm～500nm）の波長光が緯度 $\tau=0^\circ$ の線上、つまり赤道E上にほぼ分布し、またこの赤色帯域の波長光がある経度 ϕ （図では $\phi=90^\circ$ ）の上、つまり赤道E上的一点の付近に集中して分布する状態となる。したがって、上記第2位相板3 4を透過した青色帯域の各波長光は、ほぼ直線偏光である。

【0107】なお、上記図2 2～図2 4および図2 5～図2 7には、可視光帯域の全ての波長光の分布を示したが、実際に上記青画像表示素子LCD 3に入射する光は、図1に示したように青色光Bだけであって他の色の光は含んでいないため、液晶セル3 0と第1および第2の位相板3 3、3 4を透過した光は、その波長帯域（青の波長帯域）のほとんどが波長光がほぼ直線偏光となつて出射側偏光板3 2に入射する。

【0108】したがって、上記青画像表示素子LCD 3においても、OFF（光遮断）時には青色帯域の各波長光のほとんどが出射側偏光板3 2で吸収され、ON（光透過）時には上記各波長光のほとんどが出射側偏光板3 2を透過するから、この青画像表示素子LCD 3を出射する青色画像光B aも、コントラストが高くかつ光強度も高い光である。

【0109】そして、上記液晶プロジェクタにおいては、各液晶表示素子LCD 1、LCD 2、LCD 3を出射する赤、緑、青の画像光R a、G a、B aがいずれもコントラストが高くかつ光強度も高い画像光であるため、これら赤、緑、青の画像光R a、G a、B aを合成した多色カラー画像光R a G a B aも、コントラストが高く、しかも赤、緑、青の色バランスがよい色調の良好な画像になる。

【0110】すなわち、図2 8は、各液晶表示素子LCD 1、LCD 2、LCD 3を出射する赤、緑、青の画像光R a、G a、B aのON時とOFF時の強度分布を示している。この図のように、上記赤、緑、青の画像光R a、G a、B aは、いずれも、OFF時の光強度がほぼ0で、しかもON時とOFF時の光強度の差が大きいコントラストの高い画像光であり、また画像光R a、G a、B aの強度もほぼ均等である。

【0111】したがって、上記液晶プロジェクタによれば、STN型の液晶表示素子を用いるものでありながら、コントラストが高く、しかも色調のよい高品質の多色カラー画像R a G a B aを投影表示することができる。

【0112】なお、上記実施例においては、図2 4および図2 7に示したように、青画像表示素子LCD 3の出

射側偏光板3 2に入射する青色帯域（約400nm～500nm）の光のうち、約400nm～435nmの帯域の波長光は直線偏光にはなっていないため、この帯域の光の透過率が十分でなく、またOFF時には前記帯域の光が漏光となる。

【0113】しかし、上記400nm～435nmの帯域の光は可視限界付近の光であるため、この帯域の光の透過率が悪くとも、青画像表示素子LCD 3を出射した青色画像光B aの光強度の低下は実用上ほとんど問題にならないし、また上記帯域の光が漏光となつても、青色画像光B aは黒の表示が人間の視覚ではほとんど知覚できない程度に極く僅かに青味を帯びる程度であるから、青色画像光B aのコントラストの低下も実用上ほとんど問題にならない。ただし、さらに良好な青色画像光B aを得るには、上記約400nm～435nmの帯域の波長光もできるだけ直線偏光に近づけるのが望ましい。

【0114】このようにするには、例えば図5に示すように、青画像表示素子LCD 3の第2位相板3 4と出射側偏光板3 2との間に第3の位相板3 5を配置し、上記第2位相板3 4を透過した光をさらに第3位相板3 5により偏光させて、青の波長帯域の光をさらに直線偏光に近づけてやればよい。

【0115】この第3の位相板3 5は、1/1波長位相板でよく、例えば上記実施例のように液晶セル3 0のリターデーション Δn_{30} 、 d_{30} が約828nm、第1位相板3 3のリターデーション Δn_{31} 、 d_{31} が約140nm、第2位相板3 4のリターデーション Δn_{32} 、 d_{32} が約450nmである場合は、上記第3の位相板3 5のリターデーション Δn_{33} 、 d_{33} を約400nmとし、その進相軸の方向を、第2位相板3 4の進相軸3 4 aと平行（液晶セル3 0の視角方向に対する水平線Z cに対して 90° の方向）にしておけばよい。

【0116】このように、青画像表示素子LCD 3として図5に示したものを用いれば、図2 8に示した青色画像光B aのOFF時の光強度がさらに0に近くなり、またON時の強度分布が赤および緑の画像光R a、G aの分布に近くなる。

【0117】なお、図5に示した例では、青画像表示素子LCD 3の第2位相板3 4と出射側偏光板3 2との間に第3の位相板3 5を配置しているが、図4に示した青画像表示素子LCD 3においても、液晶セル3 0のリターデーション Δn_{30} 、 d_{30} と、第1位相板3 3および第2位相板3 4のリターデーション Δn_{31} 、 d_{31} 、 Δn_{32} 、 d_{32} を次のように選べば、上記第3の位相板3 5を設けなくても、青色画像光B aのほとんどの波長光を直線偏光にことができる。

【0118】その例を説明すると、青画像表示素子LCD 3は、図4に示したように、液晶セル3 0と、その光入射側および出射側にそれぞれ配置した偏光板3 1、3 2と、液晶セル3 0と出射側偏光板3 2との間に配置し

た2枚の位相板3 3, 3 4とで構成する。

【0119】そして、この例では、青画像表示素子LCD 3の液晶セル3 0のリターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ を約864nm（赤画像表示素子LCD 1および緑画像表示素子LCD 2の液晶セル1 0, 2 0のリターデーションと同じ値）、第1位相板（1/4波長位相板）3 3のリターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ を約137nm、第2位相板（1/1波長位相板）3 4のリターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ を約860nmとし、第1位相板3 3および第2位相板3 4と入射側偏光板3 1および出射側偏光板3 2とを、その光学軸を次のような方向に合わせて配置している。

【0120】図29は、上記液晶セル3 0の両基板4 1, 4 2面における液晶分子配向方向と、偏光板3 1, 3 2の透過軸の方向と、位相板3 3, 3 4の進相軸の方向とを示したもので、図29（a）のように、液晶セル2 0の入射側基板4 1面および出射側基板4 2面の液晶分子配向方向4 1 a, 4 2 aは、図8（a）と同じであり、液晶分子は、右回りに240°のツイスト角θでツイスト配列している。また、図29（b）のように、入射側偏光板3 1の透過軸3 1 aは、液晶セル3 0の視角方向に対する水平線Zcに対し左回りに170°ずれており、出射側偏光板3 2の透過軸3 2 aは、上記水平線Zcに対して左回りに45°ずれている。

【0121】さらに、図29（c）, (d)のように、第1位相板3 3の進相軸3 3 aは、上記水平線Zcに対して左回りに67.5°ずれており、偏光板3 2側の第2位相板3 4の進相軸3 4 aは、上記水平線Zcに対して左回りに90°ずれている。

【0122】この青画像表示素子LCD 3における光の偏光状態を説明すると、図30は緑画像表示素子LCD 3に白色光を入射させたときにおける液晶セル3 0の出射光をボアンカレ球上に配して、各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、この液晶セル3 0の液晶分子のツイスト角θは240°、リターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ は約828nmである。

【0123】この図30のように、液晶セル3 0を出射した光は、可視光帯域（約400nm～700nm）の各波長光が、ボアンカレ球上に斜めにたすき掛けのように分布する構造偏光となっている。なお、ここでは、液晶セル3 0の液晶分子のツイスト角θおよびリターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ を赤画像表示素子LCD 1および緑画像表示素子LCD 2に用いた液晶セル1 0, 2 0と同じにしているため、図30に示した各波長光の分布は図10および図16と同じである。

【0124】図31は、上記液晶セル3 0を出射して第1位相板3 3を透過した光を上記ボアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第1位相板3 3のリターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ は約137nmであり、この第1位相板3 3の進相軸3 3 aは、上記ボアンカレ球の中心と赤道E上の経度

67.5°の点とを通る直線上にある。

【0125】この図31のように、液晶セル3 0を出射した光を第1位相板3 3に通すと、その各波長光の分布状態が、第1位相板3 3によって図30の状態から第1位相板3 3の進相軸3 3 aつまりボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度67.5°の点とを通る直線を中心として球上を約137nm/λ周回転され、可視光帯域の各波長光が、ボアンカレ球のある平面で切ったときの切断面の周縁線に沿ってその付近に分布する状態になる。

【0126】また、図32は、液晶セル3 0を出射し上記第1位相板3 3を透過した後に第2位相板3 4を透過した光を上記ボアンカレ球上に配して各波長光の分布状態をボアンカレ球の上極側から見た図である。なお、第2位相板3 4のリターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ は約860nmであり、この第2位相板3 4の進相軸3 4 aは、上記ボアンカレ球の中心Cと赤道E上の経度90°の点とを通る直線上にある。

【0127】この図32のように、液晶セル3 0を出射し第1位相板3 3を透過した後を第2位相板3 4に通すと、その各波長光の分布状態が、第2位相板3 4によって図31の状態からさらに第2位相板3 4の進相軸3 4 aつまりボアンカレ球の中心と赤道E上の経度90°の点とを通る直線を中心として球上を約860nm/λ周回転され、可視光帯域の各波長光のうち、青色帯域（約400nm～500nm）の波長光が、ボアンカレ球の赤道E上的一点の付近（経度50°～52°の領域）に集中して分布する状態になり、青色帯域の各波長光がほぼ直線偏光になる。

【0128】図33～図35は、上記青画像表示素子LCD 3の液晶セル3 0の電極4 4, 4 5間にOOF電圧（ここでは20.6V）を印加したときにおける、液晶セル3 0を出射した光と、第1位相板3 3を透過した光と、第2位相板3 4を透過した光の、上記ボアンカレ球上で各波長光の分布点の緯度τと経度φを示しており、液晶セル3 0を出射した光は、可視光帯域の各波長光が図33に示すような緯度τおよび経度φで分布する構造偏光となっている。なお、この例では液晶セル3 0のリターデーション $\Delta n_{33} \cdot d_{33}$ を約864nm、赤画像表示素子LCD 1および緑画像表示素子LCD 2の液晶セル1 0, 2 0のリターデーションと同じ値（約864nm）にしているため、図33の分布は図10および図16と同じである。

【0129】しかし、この液晶セル3 0を出射した光を第1位相板3 3に通すと、この光が第1位相板3 3により偏光され、各波長光が図34に示すような緯度τおよび経度φで分布する状態になる。

【0130】また、この光をさらに第2位相板3 4に通すと、この第2位相板3 4を透過した光は、図35に示すように、青色帯域（約400nm～500nm）のほとんどが波長光が緯度τ=0°の線上、つまり赤道E上にほぼ分布し、またこの赤色帯域の波長光がある経度φ（図では

$\psi = 90^\circ$ の上、つまり赤道 E 上の一点の付近に集中して分布する状態となる。この分布は、図 2-1 に示した分布に比べて、約 400nm~435nm の帯域の波長光も赤道 E 上の一点付近に集中した分布であり、したがって、上記第 2 位相板 3-4 を透過した光は、青色帯域の全域にわたってほぼ直線偏光になる。

【0131】なお、上記図 3-0 ~ 図 3-2 および図 3-3 ~ 図 3-5 には、可視光帯域の全ての波長光の分布を示したが、実際に上記青色画像表示素子 LCD 3 に入射する光は、上述したように青色光 B だけであって他の色の光は含んでいないため、液晶セル 3-0 と第 1 および第 2 の位相板 3-3, 3-4 を透過して射出側偏光板 3-2 に入射する光は、青の波長帯域の光だけである。

【0132】そして、この例によれば、図 2-8 に示した青色画像光 B a の OFF 時の光強度がさらに 0 に近くなり、また ON 時の強度分布が赤および緑の画像光 R a, G a の分布に近くなるため、青色画像表示素子 LCD 3 を射出する青色画像光 B a のコントラストおよび光強度を十分高くすることができる。

【0133】なお、上記実施例では、各液晶表示素子 LCD 1, LCD 2, LCD 3 の位相板を配置した側を光射出側としたが、上記液晶表示素子は、位相板を配置しない側を光射出側として使用することも可能であり、その場合は、入射側の偏光板を透過した入射光が第 2 位相板および第 1 位相板を透過して液晶セルの波長依存性を補償する状態に偏光され、この後液晶セルを透過してその波長依存性により直線偏光となる。

【0134】また、上記実施例では、1 つの光源 2 からの白色光を分離して各液晶表示素子 LCD 1, LCD 2, LCD 3 に入射させているが、上記各液晶表示素子に入射させる光は白色光でもなく、その場合は、赤画像表示素子 LCD 1 に赤のカラーフィルタを設け、緑画像表示素子 LCD 2 に緑のカラーフィルタを設け、青画像表示素子 LCD 3 に青のカラーフィルタを設ければよい。

【0135】さらに、上記実施例では、各液晶表示素子 LCD 1, LCD 2, LCD 3 を射出した赤、緑、青の画像光を合成して多色カラー画像光とする光学系を 2 枚のダイクロイックミラー DM11, DM12 で構成しているが、この光学系はダイクロイックプリズムで構成してもよい。

【0136】また、上記実施例では、赤、緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光を投影面に投影する投影系を、各液晶表示素子 LCD 1, LCD 2, LCD 3 を射出した赤、緑、青の画像光を 1 つの多色カラー画像光に合成する光学系と、この光学系で合成された多色カラーパラレル光を投影面に投影する 1 つの投影レンズ 3 とで構成しているが、本発明は、上記投影系を 3 つの投影レンズで構成し、各液晶表示素子 LCD 1, LCD 2, LCD 3 を射出した赤、緑、青の画像光をそれぞれ上記投影

レンズにより投影面に投影して、投影面上において上記赤、緑、青の画像光を 1 つの多色カラー画像光に合成するといわゆる 3 眼式の液晶プロジェクタにも適用できることはもちろんである。

【0137】

【発明の効果】本発明の液晶プロジェクタによれば、赤色画像表示用と緑色画像表示用と青色画像表示用との各液晶表示素子を射出する赤、緑、青の画像光は、いずれもコントラストの高い画像光であるし、またこの各色の画像光の強度の差も小さいため、この赤、緑、青の画像光を合成した多色カラー画像光は、コントラストが高く、しかも赤、緑、青の色バランスがよい色調の良好な画像光であるから、STN 型の液晶表示素子を用いるものでありながら、コントラストが高く、しかも色調のよい高品質の多色カラー画像を投影表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示す液晶プロジェクタの構成図。

【図 2】赤色画像表示用液晶表示素子の断面図。

【図 3】緑色画像表示用液晶表示素子の断面図。

【図 4】青色画像表示用液晶表示素子の断面図。

【図 5】他の青色画像表示用液晶表示素子の断面図。

【図 6】赤色画像表示用液晶表示素子における液晶セルの液晶分子配向方向と偏光板の透過軸と位相板の進相軸の方向を示す図。

【図 7】緑色画像表示用液晶表示素子における液晶セルの液晶分子配向方向と偏光板の透過軸と位相板の進相軸の方向を示す図。

【図 8】図 4 の青色画像表示用液晶表示素子における液晶セルの液晶分子配向方向と偏光板の透過軸と位相板の進相軸の方向を示す図。

【図 9】ボアンカレ球の斜視図。

【図 10】赤色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させたときにおける、液晶セルを射出する光をボアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図 11】同じく、液晶セルを射出して第 1 の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図 12】同じく、液晶セルを射出して第 1 の位相板を透過した後第 2 の位相板を透過した光をボアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図 13】赤色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させ、その液晶セルに OFF 電圧を印加したときにおける、液晶セルを射出した光のボアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図 14】同じく、液晶セルを射出して第 1 の位相板を透過した光のボアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図 15】同じく、液晶セルを射出して第 1 の位相板を透

過した後に第2の位相板を透過した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図16】赤色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させたときにおける、液晶セルを出射した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図17】同じく、液晶セルを出射して第1の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図18】同じく、液晶セルを出射し第1の位相板を透過した後に第2の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図19】緑色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させ、その液晶セルにOFF電圧を印加したときにおける、液晶セルを出射した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図20】同じく、液晶セルを出射して第1の位相板を透過した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図21】同じく、液晶セルを出射し第1の位相板を透過した後に第2の位相板を透過した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図22】青色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させたときにおける、液晶セルを出射した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図23】同じく、液晶セルを出射して第1の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図24】同じく、液晶セルを出射し第1の位相板を透過した後に第2の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図25】青色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させ、その液晶セルにOFF電圧を印加したときにおける、液晶セルを出射した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図26】同じく、液晶セルを出射して第1の位相板を透過した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

* 【図27】同じく、液晶セルを出射し第1の位相板を透過した後に第2の位相板を透過した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図28】各液晶表示素子を出射する赤、緑、青の画像光のON時とOFF時の強度分布を示す図。

【図29】図4の青色画像表示用液晶表示素子における液晶セルの液晶分子配向方向と偏光板の透過軸と位相板の進相軸の方向の他の例を示す図。

【図30】図29の例の青色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させたときにおける、液晶セルを出射した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図31】同じく、液晶セルを出射して第1の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図32】同じく、液晶セルを出射し第1の位相板を透過した後に第2の位相板を透過した光をポアンカレ球上に配して見た各波長光の分布図。

【図33】図29の例の青色画像表示用液晶表示素子に白色光を入射させ、その液晶セルにOFF電圧を印加したときにおける、液晶セルを出射した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

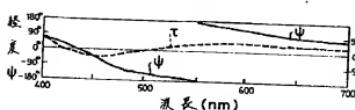
【図34】同じく、液晶セルを出射して第1の位相板を透過した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

【図35】同じく、液晶セルを出射し第1の位相板を透過した後に第2の位相板を透過した光のポアンカレ球上での各波長光の分布点の緯度と経度を示す図。

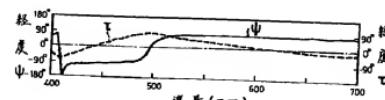
【符号の説明】

2…光源、3…投影レンズ、DM1, DM2…色分離用ダイクロイックミラー、DM11, DM12…色合用用ダイクロイックミラー、LCD1…赤色画像表示用液晶表示素子、LCD2…緑色画像表示用液晶表示素子、LCD3…青色画像表示用液晶表示素子、1, 0, 2, 0, 30…液晶セル、1, 1, 2, 1, 3, 1…入射側偏光板、1, 2, 2, 3, 2…出射側偏光板、1, 3, 2, 3, 3, 3…第1の位相板、1, 4, 2, 4, 3, 4…第2の位相板、3, 5…第3の位相板。

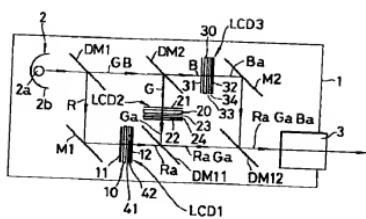
【図13】



【図14】



【図1】



2…光源

3…投影レンズ

DM1, DM2…色分離用ダイロイドミラー

DM11, DM12…色合成用ダイロイドミラー

LCD1…赤色画像表示用液晶表示素子

LCD2…緑色画像表示用液晶表示素子

LCD3…青色画像表示用液晶表示素子

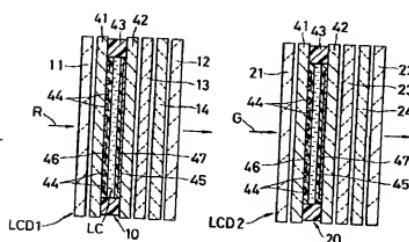
10, 20, 30…液晶セル

11, 12, 21, 22, 31, 32…偏光板

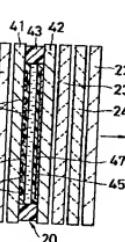
13, 23, 33…第1の偏光板

14, 24, 34…第2の偏光板

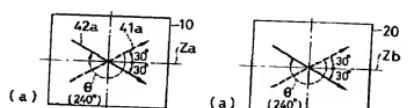
【図2】



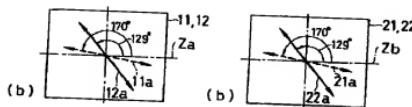
【図3】



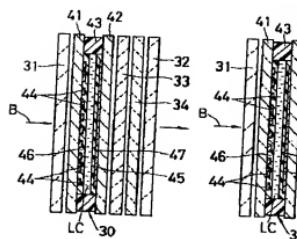
【図6】



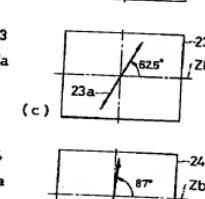
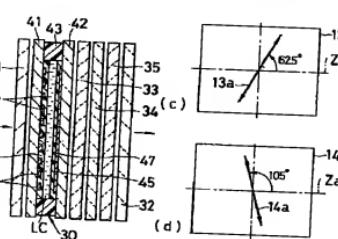
【図7】



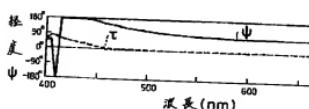
【図4】



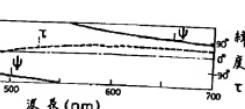
【図5】



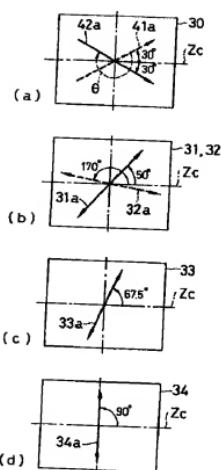
【図15】



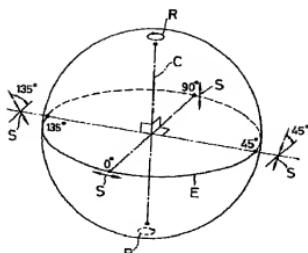
【図19】



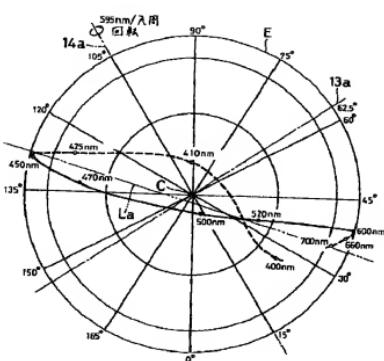
【图 8】



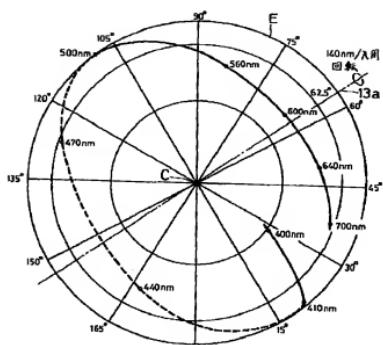
[図9]



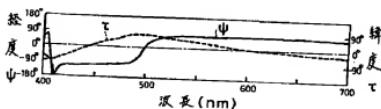
[図 1-1]



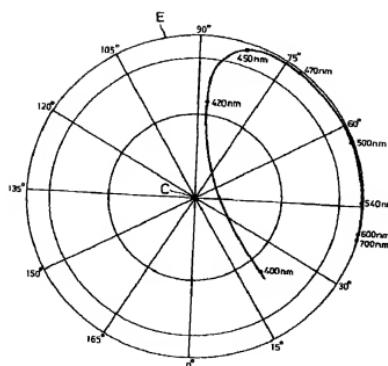
【図10】



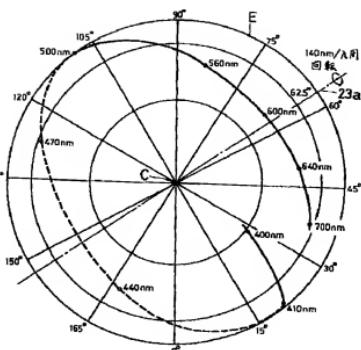
【図20】



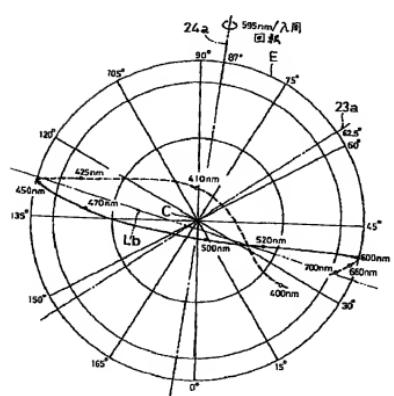
【図12】



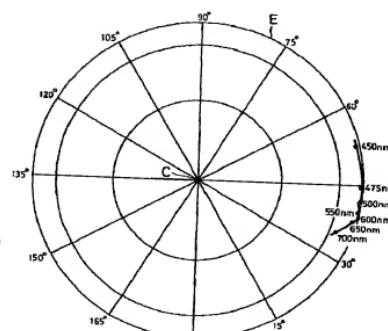
【図16】



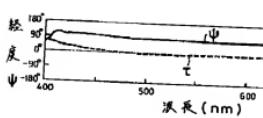
【図17】



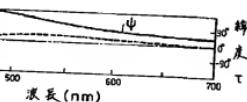
【図18】



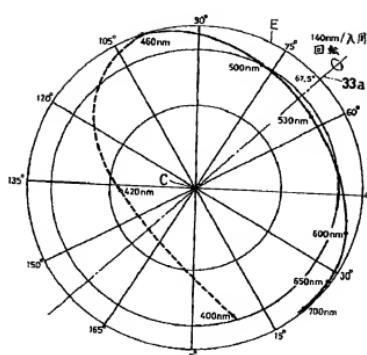
【図21】



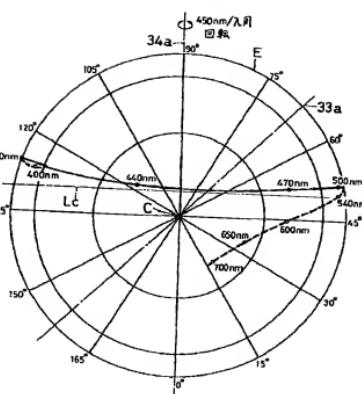
【図25】



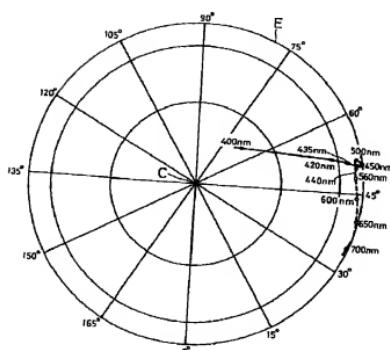
【図22】



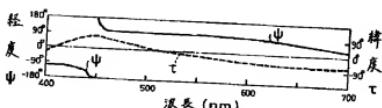
【図23】



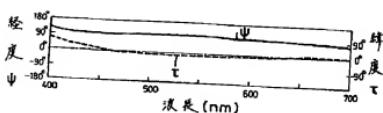
【図24】



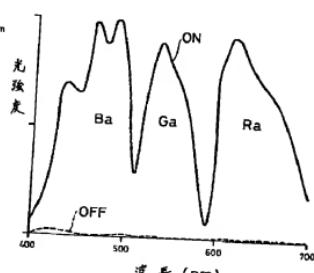
【図26】



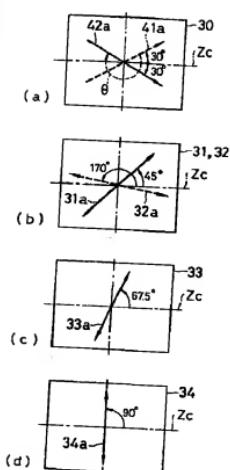
【図27】



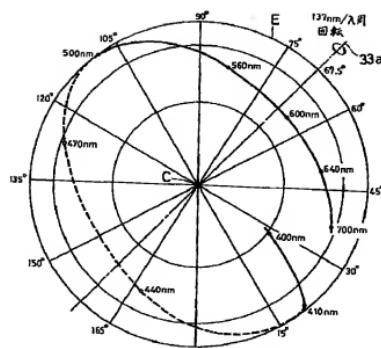
【図28】



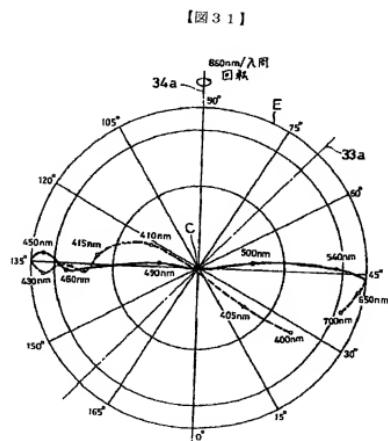
【図29】



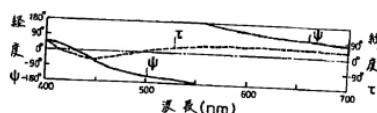
【図30】



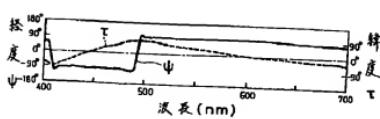
【図32】



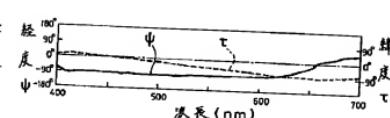
【図33】



【図34】



【図35】



プロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

G 03 B 33/12

識別記号

府内整理番号

F I

7316-2K

技術表示箇所